

TARTU ÜLIKOOL
MATEMAATIKA-INFORMAATIKATEADUSKOND
MATEMAATILISE STATISTIKA INSTITUUT

Tõnis Korts

**MACD INDIKAATOR AKTSIATE TEHNILISES
ANALÜÜSIS**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: prof. Kalev Pärna

Tartu 2013

Sisukord

Sissejuhatus	3
1 Tehniline analüüs	4
1.1 Põhiseisukohad	4
1.2 Fundamentaalne <i>versus</i> tehniline analüüs	5
1.3 Trendid.....	5
1.4 Toetus- ja vastupanutasemed.....	6
1.5 Mustriid trendi pöördumisest.....	8
2. Libisev keskmine	10
2.1 Libisev keskmine kui kauplemisinstrument	10
2.2 Lihtne libisev keskmine.....	10
2.3 Kaalutud libisev keskmine.....	11
2.4 Eksponentsiaalne libisev keskmine	11
2.5 Libisevate keskmiste tõlgendamine.....	12
3. MACD indikaator	14
3.1 Kirjeldus	14
3.2 MACD interpretatsioon	15
4. MACD testimine	18
4.1 Algoritmi üldidee.....	19
4.2 Testimise tulemused ja nende võrdlus deposiithoiusega ning „osta ja hoia“ strateegiaga ..	20
Kokkuvõte	22
Summary	23
Kasutatud kirjandus.....	24
Lisad	25
Lisa A. Kasutatud programmikood ajavahemiku 2006 – 2012 jaoks	25
Lisa B. Sõnastik.....	28

Sissejuhatus

Käesoleva bakalaureusetöö peamine eesmärk on anda ülevaade aktsiate tehnilises analüüsis kasutatavast MACD indikaatorist ja selle kasutamisest. Esimeses peatükis tutvustatakse üldiselt tehnilist analüüsi kui väärtpaberite analüüsimise distsipliini ning kirjeldatakse selle põhiseisukohti. Samuti on esimeses osas juttu trendidest, toetus- ja vastupanutasemetest ning trendi pöördumisest ja pöördumist kirjeldavatest hinnamustritest.

Kuna MACD indikaator tugineb libisevatele keskmistele, siis käsitletakse töös ka järgnevat tüüpi libisevaid keskmisi:

- lihtne libisev keskmine,
- eksponentsiaalne libisev keskmine,
- kaalutud libisev keskmine.

Samuti on väga oluline roll libisevate keskmiste interpreteerimisel, sest just nende kasutamine aktsia hinna ümbruses võimaldab välja lugeda ostu- ja müügisignaale.

Selleks, et saada ettekujutust MACD indikaatori efektiivsusest, programmeeritakse automaatne portfelli, mis lähtub indikaatori poolt tekitatud tehingumärguannetest. Eesmärk on teada saada, kuidas käitub indikaator erinevate trenditüüpide puhul ning võrrelda selle tulemusi deposiithoiusega ning „Osta ja hoia“ strateegiaga.

Programmeerimisel kasutati statistikapaketti R 2.15.0 ning selle abipaketti TTR.

1. Tehniline analüüs

Tehniline analüüs (*Technical analysis, TA*) on fundamentaalse analüüsi kõrval üks peamisi aktiva analüüsi meetodeid, mis kujutab endast turgude jälgimist graafiliste ja statistiliste vahenditega eesmärgiga prognoosida väärtpaberite hindu tulevikus.

Tehnilise analüüsi teooria tugineb eeldusele, et aktiva hinna mineviku vaatluseid on võimalik kasutada ennustamiseks hinna liikumisi tulevikus. Selline eeldus kummutab aga efektiivse turu hüpoteesi (*Efficient market hypothesis, EMH*¹) ja börsihindade juhusliku ekslemise hüpoteesi (*The random walk hypothesis*²).[1]

Tänapäeva tehniline analüüs on alguse saanud *Dow' teooriast*³(*Dow Theory*), mille pani kokku Charles Dow 19. sajandi lõpul ja 20. sajandi alguses, mõningatel andmetel kasutati tehnilise analüüsi võtteid Jaapanis juba üle 300 aasta tagasi. [2]

1.1 Põhiseisukohad

1. **Turg diskonteerib kõike** - Turg võtab automaatselt ja pidevalt arvesse kõiki tegureid, mis seda mõjutavad: turu sentiment, poliitilised faktorid, nõudluse ja pakkumise vahekord. Nõudlus ja pakkumine turul sõltuvad ratsionaalsetest või ebaratsionaalsetest (meeleolu, oletused) teguritest. Aktiva hinna puhul eeldatakse, et see sisaldab juba noteerija fundamentaalfaktoreid. Teisisõnu, tehniline analüütik ei uuri miks aktiva hind tõusis või langes, vaid oluline on välja lugeda, mis sellele tõusule või langusele järgneda võiks. [2] [3]

2. **Hinnad liiguvad trendides** - Tehnilise analüüsi pooldajad ei pea hinnaliikumisi juhuslikeks, vaid usuvad, et hinna muutustes esineb seaduspära. Hoolimata aktiva hinna lühiajalistest kõikumistest on võimalik tuvastada pikemaajalisem põhisuund. Visuaalanalüüsi üks peamisi eesmärke on identifitseerida trend võimalikult varases staadiumis. [3]

¹ Efektiivse turu hüpotees väidab, et mida efektiivsem on turg, seda juhuslikumad on hinnaliikumised ning sellest tulenevalt on hüpoteesi kohaselt võimatu prognoosida hinnaliikumisi tulevikus.

² Börsihindade juhusliku ekslemise hüpotees väidab, et aktiva hinnad kujunevad juhuslikult (tuginedes juhusliku ekslemise teooriale) ning seetõttu on võimatu aktiva hindade efektiivne prognoosimine.

³ Dow' teooria on aktsiahindade liikumist seletav teooria, mis on tehnilise analüüsi aluseks.

3. Ajalugu kordub - Inim- ja turupsühholoogia on püsiv, seega usub tehniline analüüs, et hinnagraafikute teatud mustrid korduvad. Mustrite põhjal saab analüütik otsustada, kas tasub võtta pigem pikk või lühike väärtpaberi positsioon. [3]

1.2 Fundamentaalne versus tehniline analüüs

Investeeringute analüüs jaotatakse üldjuhul kaheks: fundamentaalne analüüs ja tehniline analüüs. Fundamentaalse ja tehnilise analüüsi printsiibid on teineteisele vastandiks. Fundamentalistide prognoosid baseeruvad turu fundamentaalsusel, makro- ja mikroindikaatoritel. Makroindikaatorid hindavad turu üldist situatsiooni; inflatsioon, turuintressimäär, töötuse määr, tarbijahinnaindeks ja ka teised. Mikroindikaatorid kirjeldavad konkreetse investeerimisinstrumendi karakteristikuid, näiteks noteerija kasumiaruanne, bilansiaruanne ja muu selline. [4]

Tehniline analüüs aga eeldab, et aktiva hinnad kätkevad endas juba kogu turul olevat informatsiooni (makro-, mikro-indikaatorid, ootused jne.). Seepärast usub tehniline analüüs, et on piisav uurida teadaolevaid aktiva hinna vaatluseid prognoosimaks hinna edasist liikumist. Seega tugineb tehniline analüüs valdavalt aktiva hinna andmetele, mitte aga ettevõtte finantsaruannetele, mis võivad teinekord olla ka manipuleeritavad (loominguline raamatupidamine) või võrreldamatud (erinevad raamatupidamislikud meetodid, erinevate riikide seadusandlus). [2]

1.3 Trendid

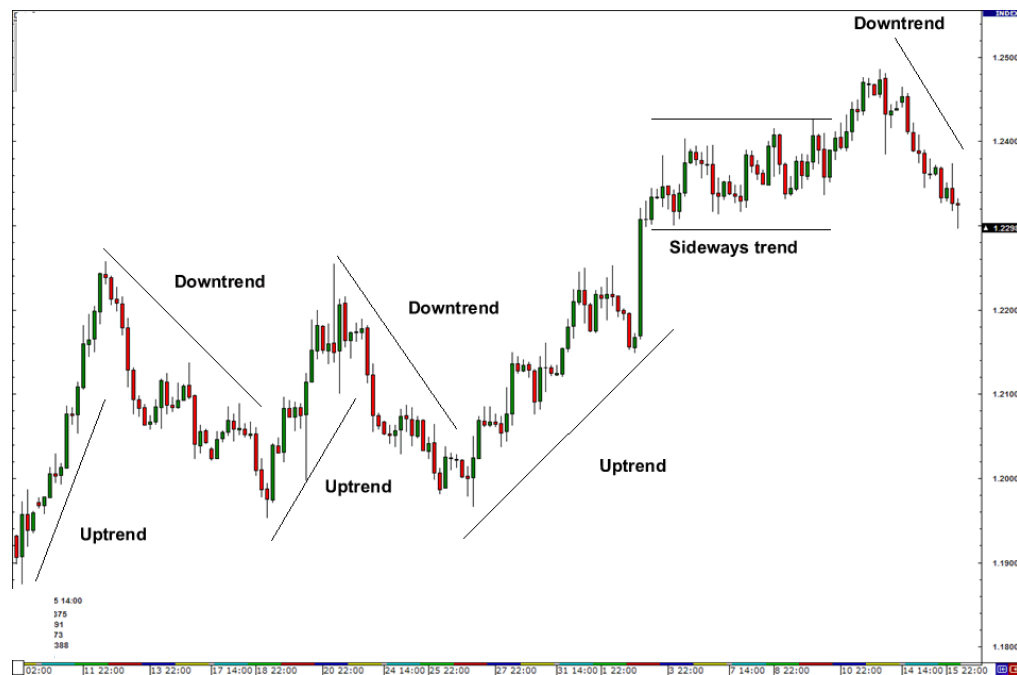
Trend on nähtuse kvantitatiivse tunnuse pikaajalise muutumise suund. Aktsia hinna liikumise puhul on võimalik eristada kolme tüüpi trende: tõusev trend, langev trend, trend külgsuunas ehk külgsuunas kauplemine.

Tõusva trendi tuvastamiseks võib graafikul ühendada üksteisele järgnevad põhjad (*trough*). Langeva trendi identifitseerimiseks võib hinnagraafikul ühendada kõik üksteisele järgnevad tipud (*peak*) [2]

Alati ei ole võimalik tuvastada selget tõusu- või langustrendi, siis öeldakse, et hinnad liiguvad külgsuunas (*sideways, trendless*) - hinna liikumise tasakaaluperiood, kus nõudlus ja pakkumine on

suhtelises tasakaalus. Külgsuunas trendi puhul püsivad hinnad teatud vahemikus (*trading range*). Hindade väljumine sellest vahemikust võib tähendada uue trendi kujunemise algust.

Tõusva trendi puhul on soovitatav võtta pikk positsioon, langeva trendi puhul lühike positsioon ja külgsuunas trendi puhul tasub jääda kauplemisest kõrvale. Olenevalt sellest, kas tegu on selgelt identifitseeritava trendiga või külgsuunas kauplemisega, kasutatakse ka erinevaid tehnilise analüüsi võtteid. [3]



Joonis 1: Erinevad trenditüübid

Trende saab veel klassifitseerida lühi- ja pikaajalisteks trendideks ning mõõduka ajavahega trendiks. Dow' teooria kohaselt kestab pikaajaline trend rohkem kui üks aasta. Mõõduka ajavahega trendi kestuseks loetakse kolm nädalat kuni mitu kuud. Lühiaajaline trend kestab tavaliselt vähem kui kolm nädalat.

Iga lühiaajaline trend moodustab osa mõõduka ajavahega trendist ning see omakorda on osa pikaajalisest trendist. Kui lühi- ja pikaajaline trend on vastassuunalised, siis lühiaajaline trend on antud juhul pikaajalise trendi korrigeerimiseks. [3]

1.4 Toetus- ja vastupanutasemed

Trendisiseses hinnagraafiku tippe ja põhjasid nimetatakse vastupanu- (*resistance*) ja toetustasemeteks (*support*).

Toetustase on selline hinnatase, kus aktsia hinna langus on ühel või mitmel korral pidurdunud. Toetustaseme puhul ületab nõudlus müügisurvet ning takistab aktsia hinna edasist langemist. Mida kauem hind püsib toetustasemel või selle läheduses, seda tugevamaks toetustaset loetakse ning seda olulisemaks peetakse toetustaseme murdmist.

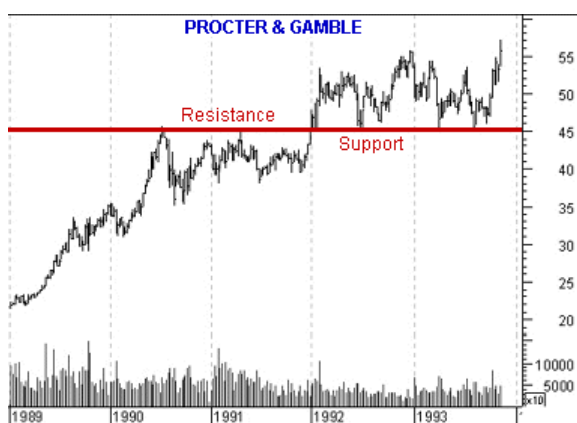
Vastupanutase on vastupidine toetustasemele - müügihuvi aktsia vastu ületab ostu survet ning mida kauem hind püsib vastupanutasemel või selle läheduses, seda tugevamaks vastupanutaset loetakse ning seda olulisemaks peetakse vastupanutaseme murdmist. Trendi pöördumisel võivad vastupanu- ja toetustase vahetada oma rollid. [5]



Joonis 2: Toetustase ja vastupanutase



Joonis 3: Trendi pöördumine



Joonis 4: Vastupanutaseme muutumine toetustasemeks



Joonis 5: Toetustaseme muutumine vastupanutasemeks

1.5 Mustrid trendi pöördumisest

Trendi pöördumiseks loetakse olukorda, kus aktsia hind läbib trendijoonet. Kui aktsia hind on läbinud langeva trendijoonet loetakse langustrend lõppenuks, tõusva trendijoonet puhul on protsess analoogne.

Trendi pöördumise tuvastamiseks uuritakse tihti ka pöördelisi hinnamustreid (*patterns-reversal*). Üks tuntumaid pöördelisi hinnamustreid on “pea ja õlad” (*head and shoulders pattern*), nagu ka nimi ütleb, koosneb see kolmest komponendist: 1 kõrgeim tipp (pea) ja 2 madalamat tippu tema ümber (õlad), tippude vahelisi põhjasid ühendab kaelajoon.

Langustrendi pöördumist aitab ennustada “pea ja õlad” peegelpilt ehk “tagurpidi pea ja õlad”. Tuntud mustrid on ka “kaksiktipp ja -põhi” (*Double top and double bottom*). Kaksiktipp iseloomustab tõusutrendi pöördumist langustrendiks ja kaksikpõhi langustrendi pöördumist tõusutrendiks. [6]



Joonis 6: Muster "Pea ja õlad"

Analoogiliselt on võimalik konstrueerida mustrit nimega “Kolmiktipp ja -põhi” (*Triple top and triple bottom*).

Leidub veel erinevaid trendiga seotud nii pöördelisi kui ka trendi jätkumist kinnitavaid mustreid (lipud, ristkülikud, sümmeetrilised kolmnurgad, tõusvad ja langevad kolmnurgad ja teised), mida aga käesolevas töös rohkem ei käsitleta.

Tehniline analüüs tugineb suurel määral just trendide uurimisele. Olenevalt sellest, kas jõus on tõusutrend, langustrend või külgsuunas kauplemine, kasutatakse erinevaid tehnilise analüüsi indikaatoreid. Külgsuunas liikumise puhul kasutatakse ennetavaid indikaatoreid (*leading indicators*). Trendi järgivaid indikaatoreid nimetatakse sageli järgnevateks indikaatoriteks (*lagging indicator*). Ka selle töö peamiseks uurimisobjektiks on trendi järgiv indikaator MACD (*Moving Average Convergence/Divergence*).

2. Libisev keskmine

2.1 Libisev keskmine kui kauplemisinstrument

Libisev keskmine (*Moving average, MA*) on laialdaselt kasutatav tehnilise analüüsi trendi järgiv indikaator. Libisevad keskmised siluvad aktiva hinnaliikumisi, andes sealjuures ostu- ja müügisignaale. Eeldatakse, et mida pikema ajaperioodi põhjal libisev keskmine on arvutatud, seda rohkem on filtreeritud juhuslikku müra ning seda kindlamad on tehingusignaalid. Tavaliselt leitakse libisevad keskmised aktiva sulgemishindade baasil. [2]

2.2 Lihtne libisev keskmine

Lihtne libisev keskmine (*Simple Moving Average, SMA*) on defineeritud järgmiselt:

$$SMA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{t-n+i} = \frac{1}{n} (C_t + C_{t-1} + \dots + C_{t-n+1}),$$

kus $t \geq n$.

Siin on n hinnavaatluste seeria pikkus (aknalaius) ja C_t on t – nda päeva sulgemishind. Lihtsa libiseva keskmise puhul on kõigil vaatlustel võrdsed kaalud. [4]

2.3 Kaalutud libisev keskmine

Teinekord soovitakse anda vaatlustele erinevad kaalud, näiteks värskematele vaatlustele suuremad kaalud. Sellisel juhul kasutatakse kaalutud libisevat keskmist (*Weighted Moving Average*):

$$WMA_t = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot C_{t-n+i},$$

kus $t \geq n$.

Siin on $\omega_i \geq 0$ i – nda vaatluse kaal ning kaalude summa on alati 1 [4]:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$$

2.4 Eksponentsiaalne libisev keskmine

Eksponentsiaalse silumise (*Exponential Moving Average*) puhul omistatakse värskematele hinnavaatlustele suurem kaal, silumine sõltub siin parameetrist α . Definiitsioon:

$$EMA_t = \alpha \cdot \sum_{i=0}^{t-1} (1-\alpha)^i \cdot C_{t-i} + (1-\alpha)^{t-1} \cdot EMA_0, \quad (1)$$

kus EMA_0 on hinnatud (tavapäraselt aritmeetilise keskmise abil).

Praktikas kasutatakse eksponentsilumise omadust:

$$EMA_t = \alpha \cdot C_t + (1-\alpha) \cdot EMA_{t-1}, \quad (2)$$

kus parameeter α leitakse tavaliselt järgmiselt: $\alpha = \frac{2}{2+n}$, $\alpha \in (0,1]$ ja n on aknalaius. Kui α läheneb ühele, siis silumist praktiliselt ei toimu ning mida väiksem on α , seda tugevam on

silumine. Siin on $\{C_t\}_{t \geq 0}$ hinnavaatluste seeria [4] [7]. Käesolevas töös kasutatakse arvutuste tegemiseks valemit (2), kus EMA_0 on esimese n päeva aritmeetiline keskmine.

Leidub veel erinevat tüüpi libisevaid keskmisi (CMA_t - tsentreeritud libisev keskmine (*Centered Moving Average*), VMA_t - käibega kaalutud libisev keskmine (*Volume Weighted Moving Average*), $ASEMA_t$ - asümeetriline libisev keskmine jt. Viimaseid aga käesolevas töös ei käsitleta).

2.5 Libisevate keskmiste tõlgendamine

Lisaks sellele, et libisevad keskmised kirjeldavad trende, annavad nad ka ostu- ja müügisignaale. Ühe libiseva keskmise kasutamisel tekib ostusignaal siis, kui aktiva (sulgemis-) hind tõuseb ülespoole libisevat keskmist ja müügisignaal siis, kui aktiva hind langeb allapoole libisevat keskmist. Olenevalt perioodi pikkusest, kasutatakse ka erineva aknalaiusega libisevaid keskmisi. Mida suurem on aknalaius, seda kindlam on tehingusignaal, kuid seda suurem on ka signaali hiline mine, valides aknalaiuse aga liiga kitsa, tekivad tihedamini valesignaalid.

Üks võimalus optimaalse aknalaiuse valikuks on kasutada trendi pikkust (*peak-to-peak cycle*) [8]:

$$n_{opt} = \frac{C_l}{2} + 1$$

kus C_l on trendi pikkus.

Tabel 1: Soovitavad aknalaiused [8]

Trend	Soovitav aknalaius päevades
Lühiajaline trend	14 – 25
Mõõduka ajavahega trend	50 – 100
Pikaajaline trend	100 – 200

Sageli kasutatakse koos rohkem kui ühte libisevat keskmist. Näiteks kahe libiseva keskmise kasutamisel (*double crossover method*) lähtutakse mõõduka ajavahega trendi puhul tihti 10 ja 50 päeva keskmistest. Siin tekib ostusignaal siis, kui lühema perioodi keskmine lõikub tõusvalt pikema

perioodi keskmisega. Müügisignaali tekib vastasel korral [3]. Joonisel 7 on leitud 8 ja 21 päeva libisev keskmine.



Joonis 7: ostu ja müügisignaalid 8 ja 21 päeva libisevate keskmiste puhul

Kasutatakse ka kolme perioodi libisevat keskmist (*triple crossover method*), seda rakendatakse rohkem futuuridega kauplemisel. Populaarne on 4 – 9 – 18 meetod. Ostusignaal tekib sellisel juhul kui 4 päeva libisev keskmine lõikub tõusvalt 9 ja 18 päeva libiseva keskmisega. Täiendava kinnituse signaalile lisab 9 päevase keskmise tõus üle 18 päevase keskmise. [3]

3. MACD indikaator

MACD (*Moving Average Convergence/Divergence*) on tehnilise analüüsi trendi järgiv indikaator, mis kombineerib libisevate keskmiste ja ostsillaatorite⁴ positiivseid omadusi. Kuna tegu on teatud mõttes ka ostsillaatoriga, saab indikaatorit efektiivselt kasutada ka hindade külgsuunas liikumise puhul. MACD on loodud 1970ndatel Gerald Appel'i poolt.

3.1 Kirjeldus

MACD on (harilikult) kahe eksponentsiaalse libiseva keskmise vahe. Eeldades, et $\{C_t\}_{t>0}$ on instrumendi hinnavaatlused ja $EMA_{1,t}$, $EMA_{2,t}$ on eksponentsiaalsed libisevad keskmised aknalaiustega n_1 , n_2 , võib eksponentsiaalsetele libisevatele keskmistele anda siin (valemi (2) korral) järgmise üldkuju:

$$EMA_{i,t} = \alpha_i \cdot C_t + (1 - \alpha_i) \cdot EMA_{i,t-1}, \text{ kus } \alpha_i = \frac{2}{2 + n_i}$$

Siis saab MACD indikaatori avaldada järgmiselt:

$$\{MACD_i\}_{0 < i \leq t} : MACD_t = EMA_{1,t} - EMA_{2,t}.$$

Eelnevalt kirjeldatud suurust nimetatakse graafikul MACD kõveraks (*MACD line*). Lisaks MACD kõverale on väga oluline roll ka signaalikõveral (*Signal line*). Just nende kahe lõikumisel tekivad tehingusignaalid. Signaalikõver on omakorda libisev keskmine MACD kõverast, mida on võimalik konstrueerida iga momendi t jaoks aknalaiusega $n_s : \{MA_{s,i}\}_{i>0}$. Siin tähistab MA libisevat keskmist, tavapäraselt käsitletakse sellena eksponentsiaalset libisevat keskmist:

⁴ Ostsillaatorid on tehnilise analüüsi vahendid, mis võimaldavad tuvastada üleostetud ja ülemüüdud situatsioone. Neid kasutatakse tavaliselt aktiva hinna külgsuunas liikumise puhul.

$$EMA_{S,t} = \alpha_S \cdot MACD_t + (1 - \alpha_S) \cdot EMA_{t-1}, \text{ kus } \alpha_S = \frac{2}{2 + n_S},$$

aga vahel ka lihtsat libisevat keskmist:

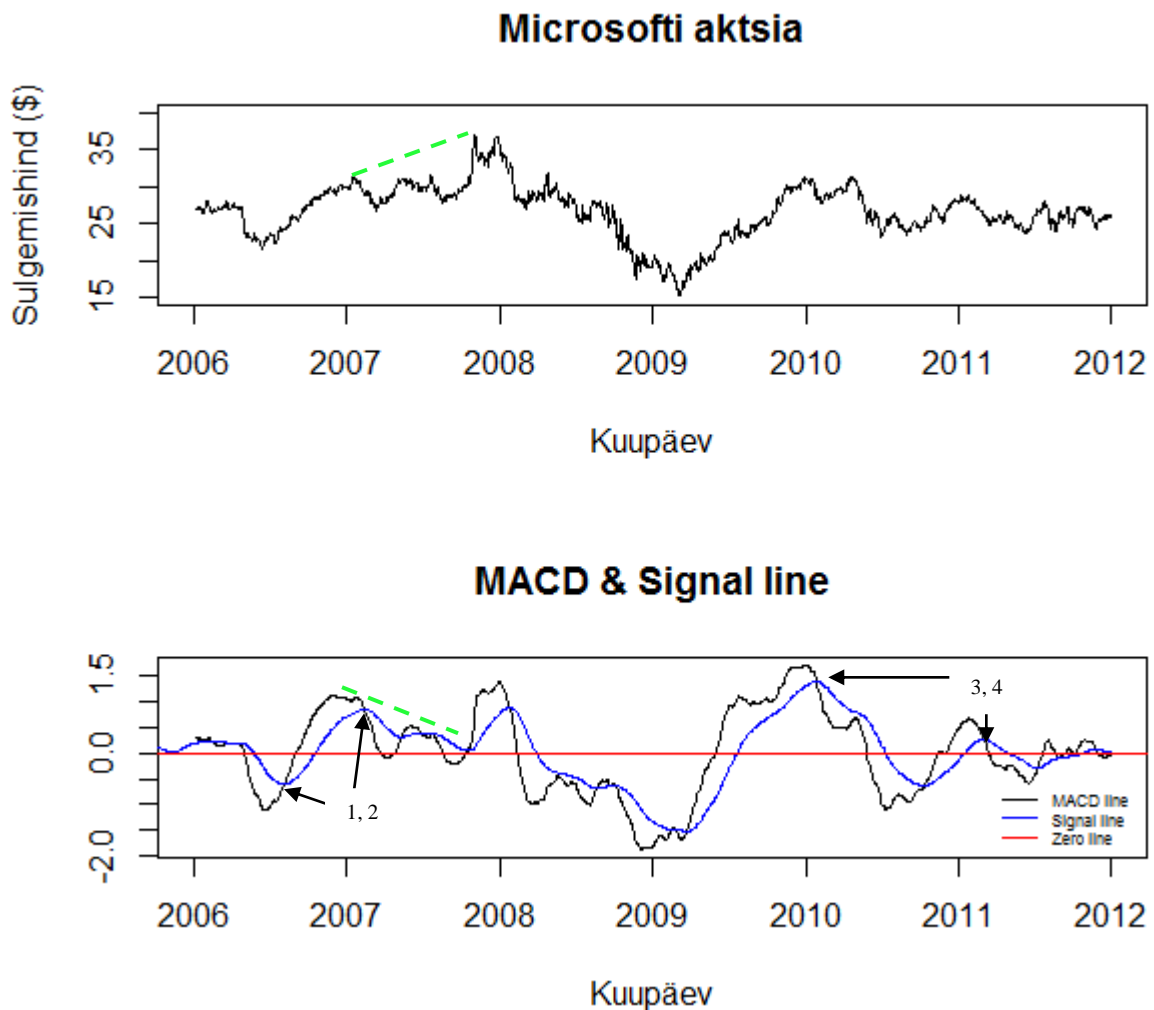
$$SMA_{S,t} = \frac{\sum_{i=1}^{n_S} C_{t-n_S+i}}{n_S}.$$

Aknalaiuste $\{n_1, n_2, n_S\}$ valik sõltub mitmetest teguritest: aktsia hinnagraafiku mineviku vaatluste iseloomust, turuseisust, kauplemisstrateegiast, perioodi pikkusest jt., kuid Gerald Appel on välja pakkunud vaikeparameetriteks vastavalt $\{12, 26, 9\}$, mida ka turul valdavalt kasutatakse. [3] [4]

3.2 MACD interpretatsioon

MACD tõlgendamisel on mitu võimalust, kuid konkreetseteks tehingusignaalideks loetakse MACD kõvera ja signaalikõvera lõikumist. MACD kõvera lõikumine tõusvalt signaalikõveraga genereerib müügisignaali (joonisel 8 punktid #3, #4), kui MACD lõikub signaalikõveraga aga langevalt, siis on lõikumisel tegu ostusignaaliga (joonisel 8 punktid #1, #2). Põhimõttelt sarnaneb see kahe libiseva keskmise kasutamisega aktsia hinnagraafikul, kuid kuna antud juhul on MACD ise kahe libiseva keskmise vahe, siis võngub see null-joone ümbruses. Seetõttu liigitatakse seda vahel ka ostsillaatorite perre. [3]

Null-joone kasutamisel saab üht-teist öelda väärtpaberi üleostetuse ja ülemüüdavuse kohta: mida kõrgemal on MACD kõver null-joonest, seda üleostetumaks aktsiat peetakse ning seda tõenäolisem on edasine hinnalangus. Analoogia kehtib ka ülemüüdavuse puhul: mida madalamal on MACD kõver null-joonest seda ülemüüdum on aktsia. Usaldusväärsemad ostusignaalid tekivad just MACD kõvera ja signaalikõvera lõikumisel allpool null-joont.



Joonis 8: Microsoft corporation aktsia hinnavaatlused ja MACD ajavahemikul 2006-2012

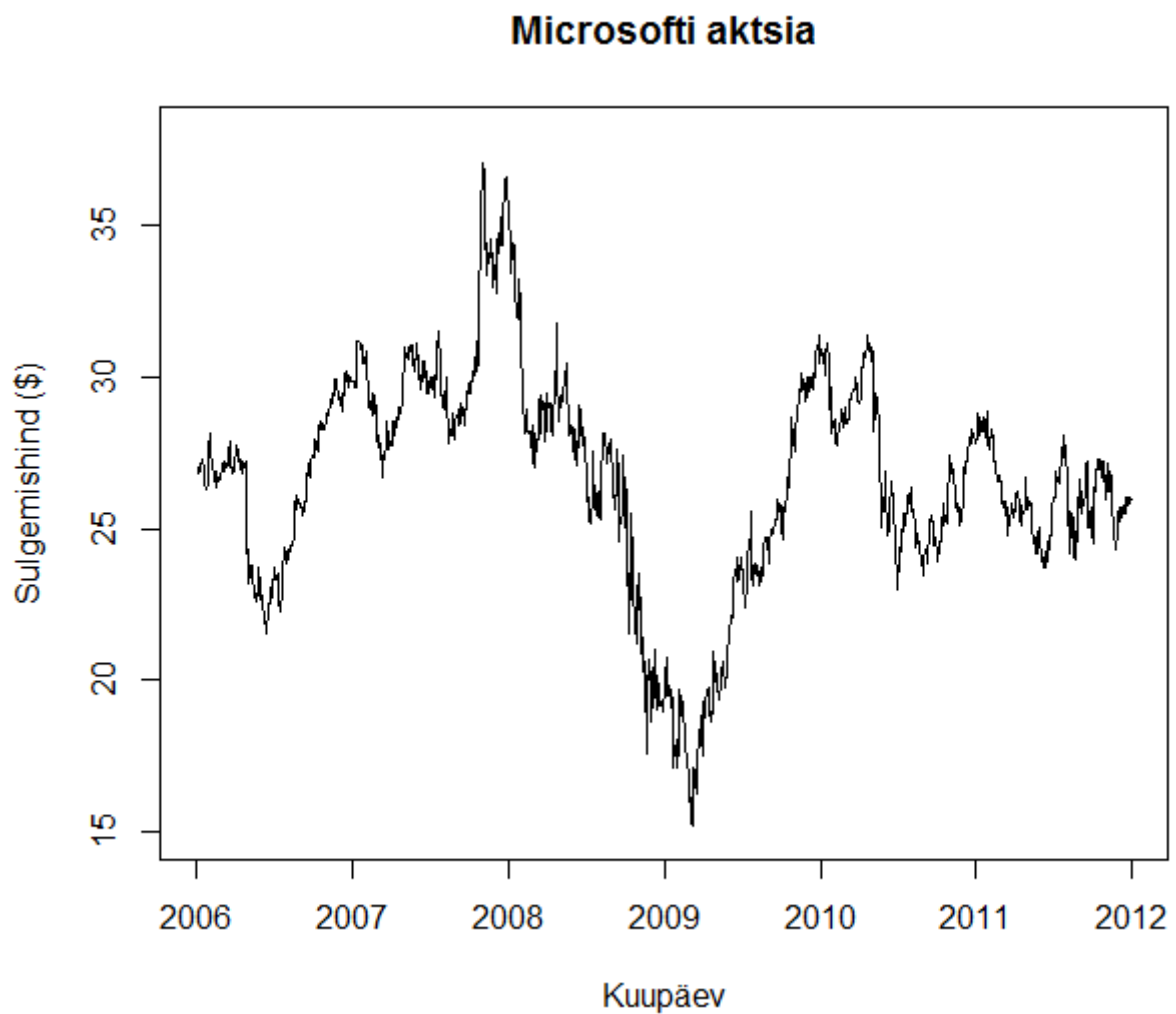
Lisaks on võimalik ostu- ja müügisignaale välja lugeda ka situatsioonis, kus MACD kõver lõikub null-joonega. Müügisignaali tekib olukorras, kus MACD kõver läbib langevalt null-joont. Ostusignaaliga on tegu vastasel korral. [3]

Samuti saab tuleviku vaatluste ennustamiseks kasutada koos nii MACD kõvera kui ka hinnakõvera trende. Sel viisil on võimalik tuvastada divergentsi ja konvergentsi. Divergents ilmneb siis, kui MACD kõvera trend ja aktsia hinna kõvera trend kaugenevad üksteisest (hajuvad) tuleviku suhtes. Sellisel juhul on MACD kõver ülalpool null-joont (üleostetud olukord) ning jõus on MACD langustrend, samal ajal on aktsia hind aga tõusutrendis (joonisel 8 on selline olukord kujutatud katkendliku joonega). Divergentsi puhul võib aktsia hind saavutada oma turuhinna tipu. Konvergentsiga on tegu vastasel juhul, kui MACD kõvera trend ja aktsia hinna kõvera trend lähenevad üksteisele (koonduvad) tuleviku suhtes. Nüüd on MACD kõver allpool null-joont

(ülemüüdnud olukord) ning jõus on MACD tõusutrend, samal ajal on aktsia hind aga langustrendis. Konvergentsi puhul võib aktsia hind saavutada oma turuhinna põhja. [3] [9]

4. MACD testimine

MACD indikaatori efektiivsuse testimisel kasutati statistikapaketti R ja selle abipaketti TTR. Koostati automatiseeritud portfelli, mis lähtub indikaatori tehingusignaalidest. Tehingumärguandena arvestati MACD- ja signaalkõvera lõikumist. Vaatlusandmetena kasutati Microsoft'i ettevõtte aktsia hinnamuutuseid ajavahemikul 2006 – 2012, andmed on saadud Yahoo finantskeskonnast. Aktsia hinnagraafik on toodud joonisel 9.



Joonis 9: Microsofti aktsia hinnaliikumine ajaperioodil 2006 - 2012

4.1 Algoritmi üldidee

Programm on koostatud selliselt, et kõik tehingud on seotud ainult ühe aktsiaga ehk ostu ja müügi puhul on kogus alati fikseeritud. Seepärast oli ka lisatingimuseks, et iga vaadeldav periood algab alati ostusignaali ja lõpeb müügisignaali. Kasumiks loetakse perioodi viimase müügisignaali ja esimese ostusignaali vahet. Kasum võib olla ka negatiivne, sel juhul on tegu kahjumiga. Tehingukuludeks arvestati 0 dollarit.

MACD indikaatori puhul tekivad tehingumärguanded siis, kui MACD kõver lõikub signaalikõveraga. Teoreetiliselt peaks sel momendil nende vahe võrduma 0 – ga, kuid tegelikkuses ei pruugi vahe 0 olla, sest graafikul paiknevad kõverad võivad lõikuda ka kahe päeva vahel, kahe päeva vahelist sulgemishinda pole aga teada. Seetõttu tuleks uurida, millal on kahe kõvera väärtused üksteisele võimalikult lähedal. Olgu MACD ja signaalikõvera vahe defineeritud järgmiselt:

$$V_i = MACD_i - MA_{S,i}.$$

Nüüd, kui vahe on väga väike ($V_i \leq 10^{-5}$) ning:

- kui ($V_{i-1} > 0$), siis on tegu müügisignaali.
- kui ($V_{i-1} < 0$), siis on tegu ostusignaali.

Siin võib aga tekkida olukord, kus leidub mitu järjestikust väärtust, mis on väiksemad kui 10^{-5} . Sel juhul tuleb neist omakorda leida minimaalne ning vastavalt selle indeksile leida aktsia hind sel momendil. Olenevalt sellest, kas tegu on ostu- või müügisignaali koostatakse lõpuks vastavad hinnavektorid ning seejärel lahutatakse müügihinnavektori elementidest ostuhinnavektori vastavad elemendid, lõpliku tulemuse saamiseks liidetakse lahutamisel tekkinud tulemused kokku ning saadakse perioodi lõpuks tekkinud kasum/kahjum. Programmikoodiga on võimalik detailsemalt tutvuda lisas A.

4.2 Testimise tulemused ja nende võrdlus deposiithoiusega ning „osta ja hoia“ strateegiaga

Microsofti aktsia hinnagraafik (joonis 9) annab lisaks võimaluse uurida indikaatori tõhusust ka erinevate trendide puhul, selleks jaotati hinnagraafik kolmeks:

- 2006-2008 – jõus on tugev tõusutrend, aktsiahind saavutab selles ajavahemikus ka turuhinna tipu.
- 2008-2010 – tegu on langustrendiga, vahemikku jääb aktsia hinnapõhi.
- 2010-2012 – raske on identifitseerida selget tõusu- või langustrendi, pigem on tegu hindade külgsuunas liikumisega.

Testimisel kasutati aknalaiustena $\{n_1, n_2, n_s\}$ suurus $\{12, 26, 9\}$, nende põhjal arvutatud tulemused on toodud tabelis 2.

Tabel 2: MACD indikaatori rakendamise tulemused erinevatel ajaperioodidel

Periood	Kasum (dollarites)	Kasv
2006 – 2008	12.51	+46.4%
2008 – 2010	-13.15	-46.8%
2010 – 2012	9.38	+33.1%
2006 – 2012	14.69	+54.4%

Tabelist on näha, et indikaator andis kasumlikke tulemusi nii tõusutrendis kui ka hindade külgsuunas liikumise puhul. Langustrendi korral oli lõpptulemuseks aga -13.15 dollariline kahjum, mis moodustas peaaegu poole ostuhinnast. Terve periood 2006 – 2012 lõppes siiski kasumiga 14.69 dollarit, kusjuures ostu- ja müügisignaale oli selles ajavahemikus kokku 106. Aktsia hind 2006. aasta alguses esimese ostusignaali hetkel oli 26.99 dollarit ja 2012. aasta viimase müügisignaali puhul 26.59 dollarit.

Märgime, et aktsia hind perioodi alguses oli 23.05 dollarit ja perioodi lõpus 25.04 dollarit, seega selle perioodi korral oleks „Osta ja hoia“⁵ („Buy and hold“) strateegiaga võitnud 1.99 dollarit, mis on kasv ostuhinna suhtes 8.6% tehingutasusid arvestamata.

⁵ „Osta ja hoia“ on pikaajaline ja passiivne investeerimis-strateegia, kus investor ostab aktsia või aktsiad ja hoiab neid pikka aega hoolimata turu lühiajalistest kõikumistest.

Kui aga sama summa 23.05 dollarit investeerida deposiithoiusele⁶ kuueks aastaks intressiga 5% aastas (juurdearvestusi tehakse kord aastas), siis teeniks investeering ligikaudu 7.85 dollarit kasumit (makse arvestamata) ja seega oleks investeeritud algsumma kasvanud umbes 34%. Selliste tingimustega tähtajalise hoiuse leidmine ei pruugi alati väga lihtne olla. Lõpuks selgub, et antud olukorras ja antud tingimustes olnuks siiski kõige kasulikum kasutada MACD indikaatorit, mis aga ei kinnita, et see iga aktsia puhul nii on. Investeeringute võrdlused on toodud tabelis 3.

Tabel 3: Investeeringute võrdlused

Strateegia	Kasum dollarites	Kasv
„Osta ja hoia“	1.99	8.6%
MACD kasutamine	14.69	54.4%
Deposiithoius	7.85	34%

⁶ Deposiithoius ehk tähtajaline hoius on hoius, mida ei saa investor kasutada kokkulepitud tähtaja vältel, kuid tähtaja saabudes teenib investor tulu intressi näol, mis arvestatakse deposiidi suuruselt.

Kokkuvõte

Tehniline analüüs on üks võimalikest aktsia analüüsimise meetoditest, mis tugineb oma olemuselt graafilistele ja statistilistele vahenditele. Selle eesmärk on kasutada mineviku hinnavaatluseid prognoosimaks hinnaliikumisi tulevikus. Tehnilises analüüsis kasutatakse mitmeid indikaatoreid, üks laialt levinud indikaator on MACD.

MACD on tehnilise analüüsi trendi järgiv indikaator, mis baseerub kolmel erineva laiusel libiseval keskmisel. Vahel rakendatakse libisevate keskmistena lihtsaid libisevaid keskmisi, kuid valdavalt siiski eksponentsiaalseid libisevaid keskmisi. Kauplemisel kasutatakse kahte kõverat: MACD kõver – kahe eksponentsiaalse libiseva keskmise vahe (sageli kasutatakse vahe leidmisel 12 ja 26 päeva libisevaid keskmisi); signaalikõver – eksponentsiaalne libisev keskmine MACD kõverast (tavaliselt 9 päeva eksponentsiaalne libisev keskmine). Nende kahe kõvera lõikumisel tekib signaal, müügisignaaliga on tegu sel juhul kui signaalikõver lõikub tõusvalt MACD kõveraga ja ostusignaal tekib vastasel juhul: signaalikõver lõikub langevalt MACD kõveraga.

Lisaks teoreetilisele kirjeldusele rakendati indikaatorit ka reaalsetel väärtpaberibörsi andmetel. Aluseks võeti ettevõtte Microsoft aktsia hinnavaatlused ajavahemikul 2006 – 2012. Ajaperiood jaotati kolmeks: 2006 – 2008 (tõusutrend), 2008 – 2010 (langustrend), 2010 – 2012 (hinnaliikumine külgsuunas). Kasutades statistikapaketti R, koostati automatiseeritud portfelli, mille põhjal hinnati MACD indikaatori efektiivsust erinevate trenditüüpide puhul. Lõpuks võrreldi lõplikku tulemust deposiithoiusega ning „Osta ja hoi“ strateegiaga, selgus et MACD kasutamine oli antud juhul kõige efektiivsem ja tulusam viis raha teenimiseks.

The MACD indicator in technical analysis

Bachelor thesis

Tõnis Korts

Summary

Technical analysis is one of many different methods used in stock analysis, which relies on graphical and statistical instruments. Its purpose is to predict future price movements based on past price observations. Technical analysis uses wide variety of indicators, one of which is more commonly used MACD indicator.

The MACD indicator relies on three moving averages which can be found from different time periods. The purpose of the indicator is to spot changes in strength, direction, momentum and duration of a trend in a stock's price. MACD is sometimes found by using three simple moving averages but exponential moving averages are more commonly used. There are two lines: MACD line - equals the difference between short period average (usually found from 12 day observations) and long period average (usually found from 26 day observations); Signal line – exponential moving average of the MACD line (usually found from 9 day observations). The converging of these two lines creates a signal. Selling signal is created when signal line rises above the MACD line and if it decreases below the MACD line, a buying signal is created.

In the final chapter, MACD indicator is used for analyzing Microsoft Corporation stock during 2006 – 2012. The observed time period is separated into three different groups: 2006 – 2008 (uptrend period), 2008 – 2010 (downtrend period), 2010 – 2012 (trendless period). MACD indicator is then applied in every group for identifying buying and selling signals. Automated portfolio is created using R statistical software in order to test the efficiency of the MACD indicator. If a buying signal appears then the program buys a certain amount of stock and sells in case of a selling signal. The indicator efficiency was evaluated based on different trend types. The final results were compared to deposit account and “Buy and hold” investment strategy, where MACD indicator gave the best results.

Kasutatud kirjandus

1. Clifford J. S., Jason W. S., 2000. *The Mathematics of Technical Analysis: Applying Statistics to Trading Stocks, Options and Futures*. USA: iUniverse
2. Krumm, K. *Finantsturgude tehniline analüüs*
<http://www.eope.ee/_download/euni_repository/file/2955/Tehniline%20anal%C3%BC%C%BCs.pdf> [Viimati vaadatud aprill 2013]
3. Murphy J. J., 1999. *Technical Analysis Of The Financial Markets: A Comprehensive Guide To Trading Methods and Applications*. USA: New York Institute of Finance)
4. Oleksiv, R., 2008. *Statistical Approach to the Optimisation of the Technical Analysis Trading Tools: Trading Bands Strategies*
5. <stockcharts.com/school/doku.php?id=chart_school:chart_analysis:support_and_resistance> [Viimati vaadatud märts 2013]
6. Janssen C., Langarar C. & Murphy C. – *Technical Analysis: Chart Patterns*
<<http://www.investopedia.com/university/technical/technicalanalysis8.asp>> [Viimati vaadatud märts 2013]
7. Kangro, R., 2011. *Aegridade analüüs Loengukonspekt*
8. <<http://www.stator-afm.com/moving-averages/>> [Viimati vaadatud aprill 2013]
9. Stevens, L., 2002. *Essential Technical Analysis: Tools and Techniques to Spot Market Trends*. USA: John Wiley & Sons

Lisad

Lisa A. Kasutatud programmikood ajavahemiku 2006 – 2012 jaoks

```
install.packages("TTR")
library("TTR")

#Andmete importimine
microsoft = read.csv(file = 'C:/Users/Kasutaja/Desktop/MSFT2006_2012.csv', header=T, sep=',')

str(microsoft)

colnames(microsoft) = tolower(colnames(microsoft))
microsoft$date <- as.Date(as.character(microsoft$date))
microsoft = microsoft[order(microsoft$date),]

head(microsoft)
nrow(microsoft)

#Lihtsad libisevad keskmised
microsoft$closeSMA1 = SMA(microsoft$close,5)
microsoft$closeSMA2 = SMA(microsoft$close,20)

#Eksponentsiaalsed libisevad keskmised
microsoft$closeEMA1 = EMA(microsoft$close,48)
microsoft$closeEMA2 = EMA(microsoft$close,104)

#Aksia hinnavaatluste graafik
plot(x=microsoft$date[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01') & microsoft$date<=as.Date('2012-01-01')],
y=microsoft$close[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01') & microsoft$date<=as.Date('2012-01-01')], ylim=c(15,38),
col='black', type='l',lwd=1, main='Microsoft aksia', xlab='Kuupäev', ylab='Sulgemishind ($)')
grid (26, 26, lty = 6)

#Lisame libisevad keskmised
#points(x=microsoft$date, y=microsoft$closeSMA1, col='red', type='l', lwd=1)
#points(x=microsoft$date, y=microsoft$closeSMA2, col='green', type='l', lwd=1)
points(x=microsoft$date, y=microsoft$closeEMA1, col='blue', type='l', lwd=1)
points(x=microsoft$date, y=microsoft$closeEMA2, col='brown', type='l', lwd=1)

#legend('topright', legend=c('SMA1','SMA2'), col=c('red','green'), lwd=2, bty='n')
legend('topright', legend=c('EMA1','EMA2'), col=c('blue','brown'), lwd=2, bty='n')

#MACD leidmine
microsoft$macd = MACD(microsoft$close, 12, 26, 9, maType="EMA", percent=FALSE)[,1]
microsoft$signal = MACD(microsoft$close, 12, 26, 9, maType="EMA", percent=FALSE)[,2]
head(microsoft)

#MACD graafik
plot(x=microsoft$date[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')& microsoft$date<=as.Date('2012-01-01')],
y=microsoft$macd[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')& microsoft$date<=as.Date('2012-01-01')],
col='black', type='l',lwd=1, main='Microsoft aksia MACD', xlab='Kuupäev', ylab='Sulgemishind ($)')
points(x=microsoft$date[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')& microsoft$date<=as.Date('2012-01-01')],
y=microsoft$signal[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')& microsoft$date<=as.Date('2012-01-01')],
col='blue', type='l', lwd=1)
abline(h = 0, v = 0, col = "red")
legend('bottomright',legend=c('MACD line','Signal line','Zero line'), col=c('black','blue','red'), lwd=1, bty='n')
grid (26, 26, lty = 6)
```

```

# 2 graafikut ühes aknas
par(mfrow=c(2,1))
plot(x=microsoft$date[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')], y=microsoft$close[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')], ylim=c(15,40), col='black', type='l',lwd=1, main='Microsoft aktsia', xlab='Kuupäev', ylab='Sulgemishind ($)')
points(x=microsoft$date, y=microsoft$closeEMA1, col='blue', type='l', lwd=1)
points(x=microsoft$date, y=microsoft$closeEMA2, col='brown', type='l', lwd=1)
legend('bottomright', legend=c('EMA1','EMA2'), col=c('blue','brown'), lwd=2, bty='n', cex=0.5)

plot(x=microsoft$date[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')], y=microsoft$macd[microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')], col='black', type='l',lwd=1, main='MACD & Signal line', xlab='Kuupäev', ylab='Sulgemishind ($)')
points(x=microsoft$date, y=microsoft$signal, col='blue', type='l', lwd=1)
abline(h = 0, v = 0, col = "red")
legend('bottomright',legend=c('MACD line','Signal line','Zero line'), col=c('black','blue','red'), lwd=1, bty='n', cex=0.5)

macdline = microsoft$macd
signalline = microsoft$signal
date = microsoft$date

#Leiame macdline ja signalline vahe, teoreetiliselt peaks tekkima tehingusignaali kui väärtused on võrdsed
vead = macdline - signalline
vead

#Leiame indeksi, millest algab meilehuvipakkuv periood
sobivadkpd = microsoft$date>=as.Date('2006-01-01')
sobivadkpd
g = 0
for (i in 1:length(sobivadkpd)){
  if (sobivadkpd[i] == TRUE){
    g = i
    stop()
  }
}

#Toimetame vigadega. Funktsiooni fun0 eesmärgiks on tagastada ostu- ja müügivigade vektorid
fun0 = function(){
  mv = rep(NA,length = length(microsoft$close)-g)
  ov = rep(NA,length = length(microsoft$close)-g)
  for (i in g:length(date)){
    if (vead[i] <= 1e-05){ #Kontrollime olukordi, kus vead on väga väikesed

      if(vead[i-1] > 0){
        mv[i-g+1] = vead[i] #Kui eelnev viga on positiivne,
                           #siis lisame selle müügivigade listi mv
      }
      else if (vead[i-1] < 0){
        ov[i-g+1] = vead[i]
      }
    }
  }
  return(list(mv,ov))
}

myygivead = unlist(fun0())[1]
ostuvead = unlist(fun0())[2]
myygivead
ostuvead
length(myygivead)
length(ostuvead)

```

```

#Funktsioon fun01 leiab ostu- ja müügivigade vektori põhjal nende alamvektorite minimaalsed vead
#ning tagastab vastavad indeksid, mis on kooskõlas üldandmestikuga.
fun01 = function(o){

  ajutine = rep(NA,length(o)) #tühi vektor signaaligruppide(alamvektorite) jaoks
  aindeks = rep(NA,length(o)) #tühi vektor kõikide signaaligruppide minimaalsete veaindeksite jaoks
  jooksevi = 0

  for (i in 1:length(o)){

    if (!is.na(o[i])){ #Kui etteantud vektori i-s element ei ole NA

      if(sum(is.na(ajutine)) == length(o)){ #Kui ajutine list koosneb ainult NA-dest
        jooksevi = i
        ajutine[i] = abs(o[i]) #Lisame grupi esimese elemendi(vea abs. väärtuse) ajutisse
        #listi
      }
      else{
        if(min(ajutine, na.rm=T) > o[i]){ #Kui minimaalne element ajutises listis on suurem
          #kui vigade listi vastav element
          jooksevi = i
        }
        ajutine[i] = abs(o[i]) #Lisame vastava elemendi ajutisse listi
      }
    }

    else { #Kui etteantud vigadevektori i-s element on NA
      if(jooksevi != 0){ #ja jooksev indeks ei ole 0
        aindeks[i] = jooksevi #Siis salvestame jooksva indeksi ehk ajutise listi minimaalse
        #elemendi indeksi.
        jooksevi = 0
      }

      ajutine=rep(NA,length(o))

    }

  }

  return(aindeks[!is.na(aindeks)])
}

fun01(myygivead)
fun01(ostuvead)

#Liidame (g-1), et indeksid klapiksid üldandmestikuga
indeksost = fun01(ostuvead)+(g-1)
indeksmyyk = fun01(myygivead)+(g-1)
indeksost
indeksmyyk
ost = microsoft$close[indeksost]

#2006 algas ostusignaali
myyk1 = microsoft$close[indeksmyyk]
myyk1
ost

##Leiame tehingutelt saadud tulu
sum(myyk1 - ost[1:length(myyk1)])

```

Lisa B. Inglise – eesti sõnastik

„Buy and hold“ – „Osta ja hoia“ investeerimis-strateegia

„Double top and double bottom“ pattern – „kaksiktipp ja –põhi“ hinnamuster

„Head and shoulders“ pattern – „pea ja õlad“ hinnamuster

„Triple top and triple bottom“ pattern – „kolmiktipp ja –põhi“ hinnamuster

Asymmetrical Exponential Moving Average (ASEMA) – asümmeetriline eksponentsiaalne libisev keskmine

Centered Moving Average (CMA) – tsentreeritud libisev keskmine

Double crossover method – kahe libiseva keskmise kasutamise meetod

Dow' theory – Dow' teooria

Efficient market hypothesis – efektiivse turu hüpotees

Exponential Moving Average (EMA) – eksponentsiaalne libisev keskmine

Lagging indicator – trendi järgiv indikaator

Leading indicator – ennetav indikaator

MACD line – MACD kõver

Moving Average (MA) – libisev keskmine

Moving Average Convergence/Divergence (MACD) – libiseva keskmise konvergentsi/divergentsi indikaator

Patterns – reversal – pöördelised hinnamuistrid

Peak – aktsia hinnatipp

Peak – to – peak cycle – tipust – tipuni tsükkel ehk trendi pikkus

Resistance level – aktsia hinna vastupanutase

Sideways, trendless – hindade liikumine külgsuunas, trend külgsuunas

Signal line - signaalikõver

Simple Moving Average (SMA) – lihtne libisev keskmine

Support level – aktsia hinna toetustase

Technical analysis – tehniline analüüs

The random walk hypothesis – juhusliku ekslemise hüpotees

Trading range – aktsia hinna kauplemisvahemik

Triple crossover method – kolme libiseva keskmise kasutamise meetod

Trough – aktsia hinnapõhi

Weighted Moving Average (WMA) – kaalutud libisev keskmine

Volume Weighted Moving Average (VWMA) – käibega kaalutud libisev keskmine

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Tõnis Korts (sünnikuupäev: 09.03.1991)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
MACD indikaator aktsiate tehnilises analüüsis,

mille juhendaja on prof. Kalev Pärna,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **06.05.2013**